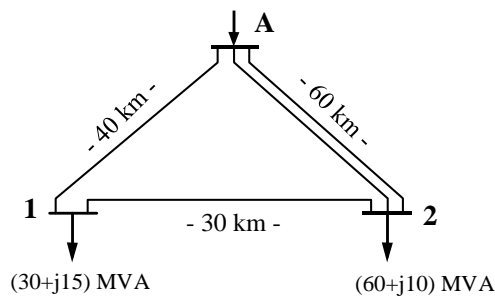


## II КОЛОКВИУМ ПО ПРЕДМЕТОТ „ЕЛЕКТРИЧНИ МРЕЖИ“

**1. Задача.** На сликата 1 е прикажана 110 kV мрежа која се состои од три делници: „A-1“, „A-2“ и „1-2“ чишто должини, изразени во km, се прикажани на самата слика. Сите водови од мрежата се со исти подолжни параметри  $\underline{z} = (r + jx) = (0,1 + j0,4) \Omega/\text{km}$ . На сликата се прикажани и оптоварувањата на потрошувачите. Напонот во напојната точка се држи на константна вредност  $U_A = 113 \text{ kV}$ . Потребно е:

- а) Да се пресметаат приближно тековите на моќности во мрежата, притоа да се занемари капацитивноста на водовите. Да се одреди точката/точките на раздел на активна и реактивна моќност.
- б) Со користење на приближните текови на моќности во мрежата да се пресметаат загубите моќност во мрежата и напоните во јазлите 1 и 2. (При пресметка на загубите на моќност да се користи номинален напон. При пресметка на напоните да се занемари попречната компонента на падот на напон)

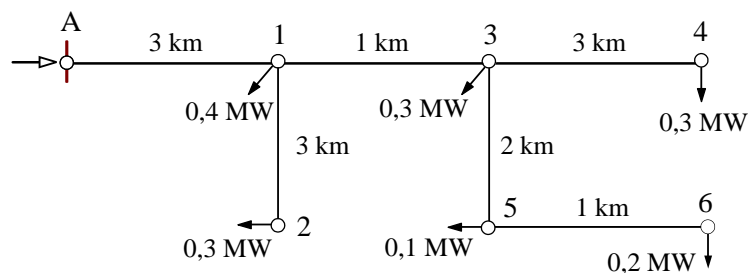


Слика 1. Прстенеста 110 kV мрежа

**2. Задача.** На сликата 2 е прикажан 10 kV извод од една радијална дистрибутивна мрежа. Должините на водовите (km) и максималните активни моќности на потрошувачите (MW) се дадени на самата слика. Сите потрошувачи се од ист тип и имаат фактор на моќност  $\cos \varphi = 0,9$ .

Да се одреди главната магистрала на мрежата и да се изврши нејзино димензионирање според критериумот константна густина на струја.

Дозволената загуба на напон во мрежата изнесува  $\Delta U_{\text{дозв.}} = 5\%$ . Податоците за расположливите пресеци на спроводниците и нивните параметри се дадени во табела 1.



Слика 2. Радијална дистрибутивна мрежа

Табела 1. Податоци за подолжните параметри на СН надземни водови

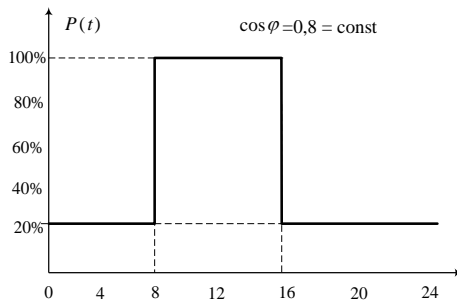
Al/Fe	16/2,5	25/4	35/6	50/8	70/12	95/15
$r, (\Omega/\text{km})$	2,042	1,313	0,911	0,647	0,447	0,331
$x, (\Omega/\text{km})$	0,406	0,391	0,380	0,370	0,357	0,348
$I_d, (\text{A})$	90	125	145	170	235	290
$S_d, (\text{kVA})$	1559	2165	2511	2944	4070	5023

**3. Задача.** На трансформаторска станица 10/0,4 се приклучени:

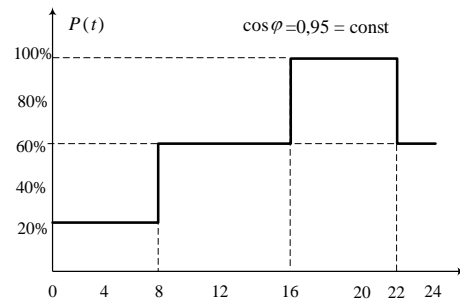
- индустриски потрошувач чијшто дијаграм на оптоварување е претставен на слика 3 со максимална моќност  $P_{IM} = 400 \text{ kW}$  и фактор на моќност  $\cos \varphi_I = 0,8$  кој е константен преку целиот ден и
- група на домаќинства чијшто дијаграм на оптоварување е претставен на слика 4 и имаат максимална моќност  $P_{DM} = 300 \text{ kW}$  и фактор на моќност  $\cos \varphi_D = 0,95$  кој е константен преку целиот ден.

Да се пресметаат дневните загуби на електрична енергија во трансформаторот во kW и % во однос на вкупната испорачана енергија.

Податоци за TR: 1000 kVA; 10/0,4 kV/kV;  $u_k\% = 5\%$ ;  $\Delta P_{Cim} = 8 \text{ kW}$ ;  $i_0\% = 1,5\%$ ;  $\Delta P_{Fe} = 2 \text{ kW}$



Слика 3. Дијаграм на оптоварување - индустрија



Слика 4. Дијаграм на оптоварување - домаќинства

Време 120 мин. 1а) 20%, 1б) 15%, 2а) 35%; 3) 30%

## РЕШЕНИЈА НА ЗАДАЧИТЕ

## 1. Задача.

а) Пресметка на приближни текови на моќност:

$$\underline{S}_{A-1} = \underline{S}_1 \frac{l_{1B}}{l_{AB}} + \underline{S}_2 \frac{l_{2B}}{l_{AB}} = (30 + j15) \frac{60}{100} + (60 + j10) \frac{30}{100} = (36 + j12) \text{ MVA}$$

$$\underline{S}_{1-2} = \underline{S}_{A-1} - \underline{S}_1 = (6 - j3) \text{ MVA}; \quad \underline{S}_{A-2} = \underline{S}_2 - \underline{S}_{1-2} = (54 + j13) \text{ MVA}$$

Јазолот 1 е точка на раздел за реактивна, додека јазолот 2 е раздел за активна моќност.

б) Загубите на моќност  $\Delta \underline{S}$  ќе бидат:

$$\Delta \underline{S}_{A-1} = \frac{P_{A-1}^2 + Q_{A-1}^2}{U_n^2} \cdot (r + jx) \cdot l_{A1} = \frac{36^2 + 12^2}{110^2} \cdot (0,1 + j0,4) \cdot 40 = (0,476 + j1,904) \text{ MVA};$$

$$\Delta \underline{S}_{1-2} = \frac{P_{1-2}^2 + Q_{1-2}^2}{U_n^2} \cdot (r + jx) \cdot l_{12} = \frac{6^2 + 3^2}{110^2} \cdot (0,1 + j0,4) \cdot 30 = (0,011 + j0,045) \text{ MVA};$$

$$\Delta \underline{S}_{A-2} = \frac{P_{A-2}^2 + Q_{A-2}^2}{U_n^2} \cdot (r + jx) \cdot l_{A2} = \frac{54^2 + 13^2}{110^2} \cdot (0,1 + j0,4) \cdot 30 = (0,765 + j3,060) \text{ MVA}$$

Напоните во јазлите се:

$$U_1 \approx U_A - \frac{P_{A-1} \cdot r + Q_{A-1} \cdot x}{U_A} \cdot l_{A1} = 113 - \frac{36 \cdot 0,1 + 12 \cdot 0,4}{113} \cdot 40 = 110,027 \text{ kV}$$

$$U_2 \approx U_A - \frac{P_{A-2} \cdot r + Q_{A-2} \cdot x}{U_A} \cdot l_{A2} = 113 - \frac{54 \cdot 0,1 + 13 \cdot 0,4}{113} \cdot 30 = 110,186 \text{ kV}$$

## 2. Задача.

а) Избор на главна магистрала:

$$\Sigma_2 = 1,6 \cdot 3 + 0,3 \cdot 3 = 5,7 \text{ MW} \cdot \text{km}; \quad \Sigma_6 = 1,6 \cdot 3 + 0,9 \cdot 1 + 0,3 \cdot 2 + 0,2 \cdot 1 = 6,5 \text{ MW} \cdot \text{km}$$

$$\Sigma_4 = 1,6 \cdot 3 + 0,9 \cdot 1 + 0,3 \cdot 3 = 6,6 \text{ MW} \cdot \text{km} \quad \text{главна магистрала } \omega_4 = \{1, 3, 4\}$$

Димензионирање на главна магистрала:

$$\Delta U_r = \frac{x_{sr}}{U_n} \sum_{i \in \omega_4} Q_{\Sigma i} l_i = \frac{x_{sr}}{U_n} \tan \varphi \cdot \sum_{i \in \omega_4} P_{\Sigma i} l_i = \frac{0,375}{10} \cdot 0,484 \cdot 6,6 = 0,120 \text{ kV};$$

$$\Delta U_{a \text{ doz}} = \Delta U_{\text{doz}} - \Delta U_r = 0,5 - 0,120 = 0,380 \text{ kV};$$

$$J_{\text{const}} \geq \frac{\kappa \cdot \Delta U_{a \text{ doz}}}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot \sum l_i} = \frac{32 \cdot 0,380}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 7} = 1,114 \text{ A/mm}^2;$$

$$A_{A-1} = \frac{P_{\Sigma A-1}}{\cos \varphi \cdot \sqrt{3} \cdot U_n \cdot J_{\text{const}}} = 92 \text{ mm}^2 \quad \text{се избира } 95 \text{ mm}^2.$$

$$A_{1-3} = \frac{P_{\Sigma 1-3}}{\cos \varphi \cdot \sqrt{3} \cdot U_n \cdot J_{\text{const}}} = 52 \text{ mm}^2 \quad \text{се избира } 50 \text{ mm}^2.$$

$$A_{3-5} = \frac{P_{\Sigma 3-5}}{\cos \varphi \cdot \sqrt{3} \cdot U_n \cdot J_{\text{const}}} = 17 \text{ mm}^2 \quad \text{се избира } 16 \text{ mm}^2;$$

Проверка:

$$\Delta U = \frac{(r_{95} + \tan \varphi \cdot x_{95})}{U_n} \cdot P_{A-1} l_{A-1} + \frac{(r_{50} + \tan \varphi \cdot x_{50})}{U_n} \cdot P_{1-3} l_{1-3} + \frac{(r_{16} + \tan \varphi \cdot x_{16})}{U_n} \cdot P_{3-4} l_{3-4}$$

$\Delta U = 0,515 \text{ kV} > \Delta U_{\text{доz}}$ , треба да се избере пресек од  $25 \text{ mm}^2$  за делницата 3-4 или  $70 \text{ mm}^2$  за делницата 1-3.

### 3. Задача.

време	$Pd$ (kW)	$Qd$ (kvar)	$Pi$ (kW)	$Qi$ (kvar)	$Pt$ (kW)	$Qt$ (kW)	$St$ (kVA)	$\tau$ (h)
0 - 8	60	19.7	80	60	140	79.7	161.1	10.98
8 - 16	180	59.2	400	300	580	359.2	682.2	
16 - 22	300	98.6	80	60	380	158.6	411.8	
22- 24	180	59.2	80	60	260	119.2	286.0	

Пресметка на време на загуби:

$$\tau = \sum_{i=1}^n \frac{S_i^2}{S_M^2} \cdot \Delta t_i = \left( \frac{161,1^2}{682,1^2} \cdot 8 + 1 \cdot 8 + \frac{411,8^2}{682,1^2} \cdot 6 + \frac{286^2}{682,1^2} \cdot 2 \right) = 10,98 \text{ h}$$

Пресметка на загуби на моќност и енергија:

$$\Delta W_T = \Delta P_{Fe} \cdot T + \Delta P_{Cun} \cdot \left( \frac{S_M}{S_{nT}} \right)^2 \cdot \tau = 2 \cdot 24 + 8 \cdot \left( \frac{682,2}{1000} \right)^2 \cdot 10,98 = 88,9 \text{ kWh/ден};$$

Пресметка на вкупна енергија:

$$W = P_{IM} \cdot (0,2 \cdot 16 + 1 \cdot 8) + P_{DM} (0,2 \cdot 8 + 0,6 \cdot 10 + 1 \cdot 6) = 8560 \text{ kWh/ден}$$

Пресметка на загуби на енергија во %:

$$\Delta W \% = \frac{\Delta W}{W} \cdot 100 = 1,04\%$$